

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



REÇU 14 AOUT 2003  
OMPI PCT

## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 102 32 983.4

Anmeldetag: 19. Juli 2002

Anmelder/Inhaber: Brueninghaus Hydromatik GmbH,  
Elchingen/DE

Bezeichnung: Kolbenmaschine mit Pulsation

IPC: F 04 B 11/00

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 26. Juni 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

Hoiß

**PRIORITY  
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

## Kolbenmaschine mit Pulsation

Die Erfindung betrifft eine Kolbenmaschine mit einer Vorrichtung zur Minderung von Strömungspulsationen.

5

Beim Betrieb von hydrostatischen Kolbenmaschinen kommt es bauartbedingt zu einer Pulsation des Drucks durch ungleichförmige Förderung des verwendeten Druckmittels, welches sich über das Leitungssystem ausbreitet.

10

Aus der DE 100 34 857 A1 ist eine Vorrichtung zum Mindern der Pulsation bekannt, bei der in dem Umsteuerbereich des Steuerspiegels eine Druckausgleichsleitung ausmündet, welche mit der hochdruckseitigen Steuerniere über eine

15

gesteuerte Drossel verbunden ist. Die gesteuerte Drossel besteht aus einem Kolben, welcher eine Steuerkante aufweist, wobei die Gleichgewichtsposition des Kolbens durch eine Druckfeder sowie in entgegengesetzter Richtung durch eine Druckkraft eingestellt wird, wobei die

20 Druckkraft durch den in der Hochdrucksteuerniere herrschenden Druck erzeugt wird. Mit diesem System läßt sich im Vergleich zu herkömmlichen Steuerkerben eine verbesserte Anpassung an den jeweiligen Betriebszustand der Kolbenmaschine erreichen.

25

Nachteilig an der vorstehend beschriebenen Kolbenmaschine ist, daß sich die Strömungspulsationen, welche zwar nur gemindert auftreten, sich jedoch nicht vollständig vermeiden lassen, auf den Steuerkolben übertragen, und

30 somit der Steuerkolben seinerseits zu einer Schwingung angeregt werden kann. Dies hat einen unmittelbaren Einfluß auf die Effektivität des Druckausgleichs, der durch die variable Drossel ermöglicht werden soll. Weiterhin ist nachteilig, daß aufgrund der Bewegung des Steuerkolbens,

35 der durch die Pulsation des Drucks in der Hochdrucksteuerniere unvermeidlich ist, ein erheblicher Verschleiß an der Pulsationsminderungsvorrichtung auftritt.

Es ist Aufgabe der Erfindung, eine Kolbenmaschine mit Pulsationsminderung zu schaffen, welche einfach und kostengünstig zu realisieren ist und die keine zusätzlichen Bauteile und keinen zusätzlichen Bauraum erfordert.

Die Aufgabe wird durch die Kolbenmaschine mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

10 Die erfindungsgemäße Kolbenmaschine hat den Vorteil, daß zum Erzeugen einer Pulsationsminderung lediglich eine Druckausgleichsleitung vorzusehen ist, welche zwischen einer Arbeitsleitung und einer in einem Umsteuerbereich eines Steuerspiegels angeordneten Öffnung angeordnet ist.

15 Bei der Anordnung der Druckausgleichsleitung ist lediglich zu berücksichtigen, daß die Ausmündung in der Arbeitsleitung an einer Stelle vorzusehen ist, welche ein phasenrichtiges Abgreifen der in der Arbeitsleitung fortschreitenden Druckwelle ermöglicht. Durch dieses

20 phasenrichtige Abgreifen ist es einerseits möglich, einen Druckanstieg in einem Zylinderraum bei einer als Pumpe betriebenen Kolbenmaschine zu erreichen. Andererseits ist es ebenso möglich, durch das Abgreifen einer gezielten Phase der in der Arbeitsleitung fortschreitenden

25 Druckwelle eine Druckverringerung in einem Zylinder während des Überstreichens des Umsteuerbereichs zu erreichen, wenn eine Kolbenmaschine als Motor betrieben wird. Damit wird durch eine einfache Auswahl des Punktes, in dem die Druckausgleichsleitung in der Arbeitsleitung

30 mündet, erreicht, daß für eine Pumpe das Druckmaximum und für einen Motor dagegen ein Druckminimum reduziert wird. Die fortschreitende Druckwelle in der Arbeitsleitung wird durch das phasenrichtige Abgreifen in ihrer Amplitude verringert, wodurch die Körperschallübertragung auf

35 nachfolgende Bauteile und damit letztlich deren Schallabstrahlung verringert wird.

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Kolbenmaschine möglich.

5 Die erfindungsgemäße Kolbenmaschine ist in der Zeichnung schematisch dargestellt und wird in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen:

10 Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Axialkolbenmaschine nach dem Stand der Technik;

Fig. 2 eine Draufsicht auf einen Steuerspiegel einer als Pumpe betriebenen Axialkolbenmaschine;

15 Fig. 3 eine Draufsicht auf einen Steuerspiegel einer als Motor betriebenen Kolbenmaschine;

20 Fig. 4 eine Draufsicht auf den Steuerspiegel der Axialkolbenmaschine aus Fig. 1 zu einem späteren Zeitpunkt;

25 Fig. 5 eine Draufsicht auf den Steuerspiegel der Axialkolbenmaschine aus Fig. 3 zu einem späteren Zeitpunkt;

Fig. 6 eine Draufsicht auf einen Steuerspiegel der Axialkolbenmaschine aus Fig. 1 mit einem zusätzlichen Druckspeicher; und

30 Fig. 7 eine Draufsicht auf einen Steuerspiegel einer Axialkolbenmaschine aus Fig. 3 mit einem zusätzlichen Druckspeicher.

In Fig. 1 ist ein Schnitt durch eine an sich bekannte Axialkolbenmaschine 1 dargestellt. Im Inneren eines nicht dargestellten Gehäuses der Axialkolbenmaschine 1 ist eine Zylindertrommel 2 angeordnet, wobei die Zylindertrommel 2 drehbar bezüglich einer Mittelachse 12 gelagert ist. In der Zylindertrommel 2 sind Zylinderöffnungen 3, 4 vorge-

sehen, wobei die Zylinderöffnungen 3, 4 parallel zu der Mittelachse 12 angeordnet sind und gleichmäßig über den Umfang verteilt sind. In den Zylinderbohrungen 3, 4 sind Kolben 5, 6 angeordnet, die in den Zylinderöffnungen 3, 4 5 verschiebbar gelagert sind.

Die Zylinderbohrungen 3, 4 weisen an einem stirnseitigen Ende der Zylindertrommel 2 jeweils eine Zylinderöffnung 7, 8 auf, wobei während der Drehung der Zylindertrommel 2 die 10 Zylinderöffnungen 7, 8 nacheinander eine erste Steuerniere 9 und eine zweite Steuerniere 10 überstreichen, wobei die Steuernieren 9, 10 in einem Steuerspiegel 11 angeordnet sind, welcher drehfest mit dem Gehäuse der Axialkolbenmaschine 1 verbunden ist. Die Steuernieren 9, 10, welche 15 sich entlang eines Kreissegments erstrecken, sind mit jeweils einer in der Fig. 1 nicht dargestellten Arbeitsleitung verbunden.

An ihren von den Steuernieren 9, 10 abgewandten Enden 20 weisen die Kolben 5, 6 jeweils einen näherungsweise kugelförmigen Fortsatz 13, 14 auf, dessen Kugelgeometrie mit einer Ausnehmung 15, 16 eines Gleitschuhs 17, bzw. 18, korrespondiert. Im dargestellten Ausführungsbeispiel 25 stützen sich die Gleitschuhe 17, 18 auf einer Schwenkscheibe 25 ab. Um die Kontaktfläche zwischen den Gleitschuhen 17, 18 und der Schwenkscheibe 25 mit Schmiermittel zu versorgen, weisen sowohl die kugelförmigen Fortsätze 14, 13 als auch die Gleitschuhe 17, 18 jeweils eine Druckölbohrung 21, 22 bzw. 23, 24 auf. Damit sind aus dem 30 Druckmittelreservoir sowohl die Kontaktstellen zwischen den Gleitschuhen 17, 18 und der Schwenkscheibe 25 als auch zwischen den Kugelköpfen 13, 14 und den korrespondierenden Ausnehmungen 15, 16 der Gleitschuhe 17, 18 ausreichend geschmiert.

35

Zum Betrieb als Axialkolbenpumpe wird die Zylindertrommel 2 um ihre Mittelachse 12 gedreht, wobei aufgrund der Neigung der Schwenkscheibe 25 bezüglich der Mittelachse 12 die in der Zylindertrommel 2 angeordneten Kolben 5, 6 eine

Hubbewegung ausführen, wobei sie während einer Saughubbewegung mit einer Niederdrucksteuerniere verbunden sind, während einer Hochdruckhubbewegung dagegen mit einer Hochdrucksteuerniere.

5

In Fig. 2 ist eine Draufsicht auf einen Steuerspiegel 11 einer Axialkolbenpumpe dargestellt, wobei die Drehrichtung der Zylindertrommel 2 durch einen Pfeil angegeben ist. Die Zylindertrommel 2 weist gleichmäßig über ihren Umfang 10 verteilt neun Zylinderbohrungen auf, deren Zylinderöffnungen in Fig. 2 gestrichelt dargestellt und mit dem Bezugszeichen 35.1 bis 35.9 gekennzeichnet sind. In dem Steuerspiegel 11 ist eine Hochdrucksteuerniere 9 als erste Steuerniere sowie eine Saugsteuerniere 10 als zweite Steuerniere angeordnet. Zwischen der Steuerniere 9 und der Steuerniere 10 ist jeweils ein Bereich vorgesehen, in dem die Zylinderöffnungen 35.1 bis 35.9 weder zu der einen noch zu der anderen Steuerniere 9, 10 Kontakt haben. Diese Bereiche sind als Umsteuerbereich 30 bzw. Umsteuerbereich 15 20 gekennzeichnet.

In dem Umsteuerbereich 30, welcher von den Zylinderöffnungen 35.1 bis 35.9 während des Wechsels von der Niederdruck- auf die Hochdruckseite überstrichen wird, ist 25 eine Öffnung angeordnet, welche ein erstes Ende 32 einer Druckausgleichsleitung 33 bildet. Die Druckausgleichsleitung 33 weist ein zweites Ende 34 auf, welches in eine Arbeitsleitung 27 mündet. Die in Fig. 2 dargestellte Axialkolbenmaschine 1 saugt über eine Arbeitsleitung 28 30 Druckmittel aus einem Tankvolumen 29 an und befördert es, wie durch den Pfeil angegeben, in die Arbeitsleitung 27.

Durch die endliche Anzahl von Kolben 3, 4 und dem ungleichförmigen Geschwindigkeitsverlauf während eines 35 Pumphubes kommt es beim Betrieb einer Axialkolbenmaschine 1 zu Ungleichförmigkeiten in der Förderstrommenge. Diese Ungleichförmigkeiten in der Förderstrommenge resultieren in einer Druckpulsation, wie sie schematisch in der Arbeitsleitung 27 dargestellt ist. Ausgehend von der

Hochdrucksteuerniere 9 schreitet eine Druckwelle entlang der Arbeitsleitung 27 fort. Eine Länge L der Arbeitsleitung 27 zwischen der Hochdrucksteuerniere 9 und dem zweiten Ende 34 der Druckausgleichsleitung 33 ist 5 dabei so bemessen, daß die fortschreitende Druckwelle in der Arbeitsleitung 27 in dem Moment, an dem das zweite Ende 34 der Druckausgleichsleitung 33 ein Maximum aufweist, zu dem das erste Ende 32 in dem Umsteuerbereich 30 in Kontakt mit einer weiteren Zylinderöffnung tritt.

10 Im dargestellten Ausführungsbeispiel kommt als nächstes die Zylinderöffnung 35.6 in Überdeckung mit der Öffnung an dem ersten Ende 32 der Druckausgleichsleitung 33. Befindet sich zu dem Zeitpunkt, an dem die Zylinderöffnung 35.6 in 15 Überdeckung mit der Öffnung des ersten Endes 32 der Druckausgleichsleitung 33 ist, an dem zweiten Ende 34 der Druckausgleichsleitung 33 ein Druckmaximum in der Arbeitsleitung 27, so findet ein Druckausgleich statt, in dem der Druck in der Zylinderbohrung, welche mit der Zylinderöffnung 35.6 verbunden ist, über die Druckausgleichsleitung 33 erhöht wird. Wegen des in die Druckausgleichsleitung 33 einströmenden Druckmittels ist 20 die Amplitude der in der Arbeitsleitung 27 fortschreitenden Druckwelle im weiteren Verlauf erniedrigt. Damit wird eine Druckpulsationsminderung 25 erreicht.

30 Im Folgenden wird die Funktion nur schematisch anhand eines die Allgemeinheit nicht einschränkenden Beispiels erläutert.

Im dargestellten Ausführungsbeispiel mit neun Bohrungen in der Zylindertrommel 2 ist bei der gezeigten Anordnung des ersten Endes 32 der Druckausgleichsleitung 33 zu dem 35 Zeitpunkt, zu dem die Überdeckung zwischen der Öffnung an dem ersten Ende 32 der Druckausgleichsleitung 33 und der Zylinderöffnung 35.6 beginnt, das Verhältnis zwischen den Winkeln  $\alpha$ ,  $\beta$ , welche die Zylinderöffnungen 35.9 bzw. 35.8 mit der Mittelachse der Arbeitsleitung 27 einschließen

1:4. Ein Druckmaximum in der Arbeitsleitung 27 entsteht jeweils dann, wenn eine Zylinderöffnung 35.1 bis 35.9 mit der Mittellachse der Arbeitsleitung 27 einen bestimmten Winkel einschließt, der sich entsprechend der Kolbenzahl pro Umdrehung zyklisch wiederholt. Demnach ist zu dem dargestellten Zeitpunkt das Druckmaximum in der Arbeitsleitung 27 von der Seite der Hochdrucksteuerniere 9 aus um etwa eine  $\frac{1}{4}$ -Wellenlänge  $\lambda$  fortgeschritten.

10 Daraus ergibt sich für den dargestellten, bevorzugten Fall von neun Zylinderbohrungen, die gleichmäßig über eine Zylindertrommel 2 verteilt angeordnet sind, eine Länge L zwischen der Hochdrucksteuerniere 9 und dem zweiten Ende 34 der Druckausgleichsleitung 33, die gleich  $\frac{1}{4}\lambda$  ist. Die Wellenlänge  $\lambda$  ergibt sich dabei aus der Frequenz der Pulsationen, welche sich wiederum aus der Anzahl der Zylinderbohrungen und der Drehzahl der Zylindertrommel 2 ermitteln lässt. Um einen Restdruck zu entspannen, mündet in den Umsteuerbereich 31 zudem ein Verbindungskanal 39 aus, dessen zweites Ende in die Steuerniere 10 mündet.

In Fig. 3 ist eine entsprechende Vorrichtung für eine Axialkolbenmaschine 2 dargestellt, welche als Hydromotor betrieben wird. Über die Arbeitsleitung 28 wird ein Hochdruck, welcher beispielsweise durch die in Fig. 2 dargestellte Axialkolbenmaschine erzeugt wird, dem Hydromotor zugeführt. Die Drehrichtung ist, wie durch den Pfeil gekennzeichnet, entgegen dem Uhrzeigersinn. Beim Überstreichen des Umsteuerbereichs 31 durch die Zylinderöffnungen 35.1 bis 35.9 wird der durch die Füllung auf der Hochdruckseite erzeugte Hochdruck in der Zylinderbohrung über die Druckausgleichsleitung 33 zum Teil in die Arbeitsleitung 27 entspannt. Das zweite Ende 34 der Druckausgleichsleitung 33 ist dabei so mit der Arbeitsleitung 27 verbunden, daß zum Zeitpunkt, zu dem die Zylinderöffnung 35.1 in Kontakt mit der Öffnung an dem ersten Ende 32 der Druckausgleichsleitung 33 tritt, an dem zweiten Ende 34 der Druckausgleichsleitung 33 ein Druckminimum herrscht. Durch das teilweise Angleichen

zwischen dem Druck in dem Zylinder und dem Druck in der Arbeitsleitung 27 ergibt sich wiederum, wie vorstehend bereits für das Beispiel einer Axialkolbenpumpe ausführlich dargestellt wurde, eine Verringerung der 5 Amplitude der Druckschwankungen in der Arbeitsleitung 27 und damit eine verringerte Schallabstrahlung der nachfolgend an der Arbeitsleitung angeschlossenen Bauteile. Weiterhin ist für einen langsamen Druckaufbau in Drehrichtung vor der Steuerniere 10 eine Vorsteuerkerbe 40 10 ausgebildet.

In Fig. 4 ist die Axialkolbenmaschine 2 aus Fig. 2 noch einmal für einen späteren Zeitpunkt dargestellt. Die Druckwelle, welche sich in der Arbeitsleitung 27 15 ausbreitet, ist entsprechend dem Drehwinkel der Zylindertrommel 2 um  $\frac{1}{4}\lambda$  weitergeschritten, wobei sich dementsprechend an dem Ende der Arbeitsleitung 27, welches zu der Hochdrucksteuerniere hin orientiert ist, ein Druckmaximum befindet, welches durch den zu der 20 Zylinderöffnung 35.8 gehörenden Kolben verursacht wird. Dieses am Anfang der Arbeitsleitung 27 entstehende Druckmaximum bewegt sich mit Schallgeschwindigkeit entlang der Arbeitsleitung 27, wobei es an dem zweiten Ende 34 der Druckausgleichsleitung 33 zu dem Zeitpunkt angelangt sein 25 muß, zu dem die in Drehrichtung nächstfolgende Zylinderöffnung 35.5 in Überdeckung mit der Öffnung an dem ersten Ende 32 der Druckausgleichsleitung 33 gelangt ist.

Aus dem verbleibenden Drehwinkel  $\gamma$  zwischen der 30 Zylinderöffnung 35.5 und der Öffnung an dem ersten Ende 32 der Druckausgleichsleitung 33 im Verhältnis zu dem Zwischenwinkel  $\delta$  zwischen zwei aufeinanderfolgenden Zylinderöffnungen, beispielsweise 35.2 und 35.3, ergibt sich der minimale Abstand zwischen dem zweiten Ende 34 der 35 Druckausgleichsleitung 33 und der Hochdrucksteuerniere 9 in Einheiten der Wellenlänge  $\lambda$  entsprechend vorgenannter Definitionen. Ist ein Verbinden des zweiten Endes 34 der Druckausgleichsleitung 33 an dem so berechneten Punkt der

Arbeitsleitung 27 nicht möglich, so ist, jeweils um  $\lambda$  verschoben, ein identisch wirkender Anschlußpunkt möglich.

In Fig. 5 ist der entsprechende Fall für die Axialkolbenmaschine aus Fig. 3 für einen späteren Zeitpunkt dargestellt. Im dargestellten Beispiel ist der verbleibenden Winkel  $\varphi$ , welchen der Zylinder mit der Zylinderöffnung 35.2 bis zu der Öffnung am ersten Ende 32 der Druckausgleichsleitung 33 zurücklegen muß, zugrunde zu legen. Der minimale Abstand zwischen der Mündungsöffnung an dem zweiten Ende 34 der Druckausgleichsleitung und der Auslaßsteuerniere 9 der Axialkolbenmaschine 1 wird daher aus dem Quotienten des verbleibenden Winkels  $\varphi$  und des Zwischenwinkel  $\delta$  zwischen zwei aufeinanderfolgenden Zylinderöffnungen 35.2 und 35.3 bestimmt, wobei wegen des Abgriffs des Druckminimums im Gegensatz zu dem vorstehend für eine Pumpe beschriebenen Fall eine Verschiebung um  $\lambda/2$  zu berücksichtigen ist.

Bei der Bestimmung der Länge L kann berücksichtigt werden, daß eine Druckschwankung, welche sich in der Arbeitsleitung 27 fortpflanzt, ebenfalls eine Laufzeit entlang der Druckausgleichsleitung 33 hat. Zu berücksichtigen ist eine geänderte Phasenlage dabei, indem die Phasenverschiebung entlang der Druckausgleichsleitung als Längenänderung der Länge L berücksichtigt wird.

In Fig. 6 und 7 sind zwei weitere Ausführungsbeispiele für erfindungsgemäße Pulsationsminderungen dargestellt, wobei jeweils zusätzlich zu der bereits ausgeführten Pulsationsminderung durch einen phasenrichtigen Abgriff einer Druckschwankung in der Arbeitsleitung 27 ein Speicherelement 38 vorgesehen ist. Mit Hilfe des Speicherelements 38 ist es zusätzlich möglich, den Betriebsbereich, in dem die Pulsationsminderung wirksam ist, zu vergrößern. An der Einmündung der Druckausgleichsleitung 33 in die Arbeitsleitung 27 an dem zweiten Ende 34 kann alternativ eine definierte Querschnittsfläche vorzusehen werden.

### Ansprüche

5

1. Kolbenmaschine mit einer drehbar gelagerten Zylindertrommel (2), in der über den Umfang verteilt mehrere Zylinderbohrungen (3,4) angeordnet sind, in denen verschiebbliche Kolben (5,6) angeordnet sind, wobei die Zylinderbohrungen (3,4) an einer Seite Zylinderöffnungen (7, 8, 35.1, 35.2,...35.9) aufweisen, die entsprechend dem Drehwinkel der Zylindertrommel (2) zeitweilig in Verbindung mit je einer von zwei Steuernieren (9, 10) stehen, die mit jeweils einer Arbeitsleitung (27, 28) verbunden sind, wobei zwischen den Steuernieren (9, 10) jeweils ein Umsteuerbereich (30, 31) ausgebildet ist und wobei zumindest in einen Umsteuerbereich (30, 31) ein erstes Ende (32) einer Druckausgleichsleitung (33) ausmündet,

20 dadurch gekennzeichnet,

daß ein zweites Ende (34) der Druckausgleichsleitung (33) in die auslaßseitige Arbeitsleitung (27) mündet, wobei die Länge (L) der auslaßseitigen Arbeitsleitung (27) zwischen der auslaßseitigen Steuerniere (9) und dem zweiten Ende (34) der Druckausgleichsleitung (33) so bemessen ist, daß zwischen einer durch eine Hubbewegung der Kolben (5, 6) verursachten, in der auslaßseitigen Arbeitsleitung (27) fortschreitenden Druckwelle an der Stelle des zweiten Ende (34) der Druckausgleichsleitung (33) und dem Drehwinkel der Zylindertrommel (2) eine definierte Phasenbeziehung besteht.

2. Kolbenmaschine nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

35 daß die Kolbenmaschine eine Hydropumpe ist und daß die Länge (L) zwischen der auslaßseitigen Steuerniere (9) und dem zweiten Ende (34) der Druckausgleichsleitung etwa  $\frac{1}{4}\lambda$  beträgt, wobei  $\lambda$  die Wellenlänge der Druckwelle

bedeutet, gegebenenfalls zuzüglich ein ganzzahliges Vielfaches der Wellenlänge ( $\lambda$ ) der Druckwelle.

3. Kolbenmaschine nach Anspruch 1,  
5 dadurch gekennzeichnet,  
daß die Kolbenmaschine ein Hydromotor ist und  
daß die Länge (L) zwischen der auslaßseitigen Steuerniere  
(9) und dem zweiten Ende (34) der Druckausgleichsleitung  
etwa  $\frac{1}{4}\lambda$  beträgt, wobei  $\lambda$  die Wellenlänge der Druckwelle  
10 bedeutet, gegebenenfalls zuzüglich ein ganzzahliges  
Vielfaches der Wellenlänge ( $\lambda$ ) der Druckwelle.

4. Kolbenmaschine nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
15 daß die Kolbenmaschine als Hydropumpe arbeitet und  
daß die Länge (L) der auslaßseitigen Arbeitsleitung (27)  
zwischen der auslaßseitigen Steuerniere (9) und dem  
zweiten Ende (34) der Druckausgleichsleitung (33) ein  
Bruchteil der Wellenlänge ( $\lambda$ ) ist, wobei der Bruchteil in  
20 etwa dem Quotient aus dem Winkel ( $\gamma$ ) zwischen dem ersten  
Ende (32) der Druckausgleichsleitung (33) und derjenigen  
Zylinderöffnung (35.5) des nächsten zur Überdeckung mit  
dem ersten Ende (32) der Druckausgleichsleitung (33)  
gelangenden Zylinders im Zeitpunkt eines entstehenden  
25 Druckmaximums in der auslaßseitigen Arbeitsleitung (27)  
und dem Zwischenwinkel ( $\delta$ ) zwischen zwei benachbarten  
Zylinderbohrungen entspricht, gegebenenfalls zuzüglich ein  
ganzzahliges Vielfaches der Wellenlänge ( $\lambda$ ) der  
Druckwelle.  
30

30 5. Kolbenmaschine nach Anspruch 1  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Kolbenmaschine als Hydromotor arbeitet und  
daß die Länge (L) der auslaßseitigen Arbeitsleitung (27)  
35 zwischen der auslaßseitigen Steuerniere (9) und dem  
zweiten Ende (34) der Druckausgleichsleitung (33) ein  
Bruchteil der Wellenlänge ( $\lambda$ ) ist, wobei der Bruchteil in  
etwa dem Quotient aus demjenigen Winkel ( $\phi$ ) zwischen dem  
ersten Ende (32) der Druckausgleichsleitung (33) und

derjenigen Zylinderöffnung (35.2) des nächsten mit dem ersten Ende (32) der Druckausgleichsleitung (33) zur Überdeckung gelangenden Zylinders im Zeitpunkt eines entstehenden Druckminimums und dem Zwischenwinkel ( $\delta$ )

5 zwischen zwei benachbarten Zylinderbohrungen entspricht, gegebenenfalls zuzüglich ein ganzzahliges Vielfaches der Wellenlänge ( $\lambda$ ) der Druckwelle.

6. Kolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 5,  
10 dadurch gekennzeichnet,  
daß die Länge der Druckausgleichsleitung (33) ein ganzzahliges Vielfaches der Wellenlänge ( $\lambda$ ) der Druckwelle ist.

15 7. Kolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 5,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die durch die Länge der Druckausgleichsleitung (33)  
verursachte Phasenverschiebung an dem ersten Ende (32)  
durch eine Korrektur der Länge (L) zwischen der  
20 auslaßseitigen Steuerniere (9) und dem zweiten Ende (34)  
der Druckausgleichsleitung (33) berücksichtigt ist.

8. Kolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 7,  
dadurch gekennzeichnet,  
25 daß an der Druckausgleichsleitung (33) ein  
Druckspeicherelement (38) angeschlossen ist.

9. Kolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 8,  
dadurch gekennzeichnet,  
30 daß an dem zweiten Ende (34) der Druckausgleichsleitung  
(33) eine Drosselstelle ausgebildet ist.

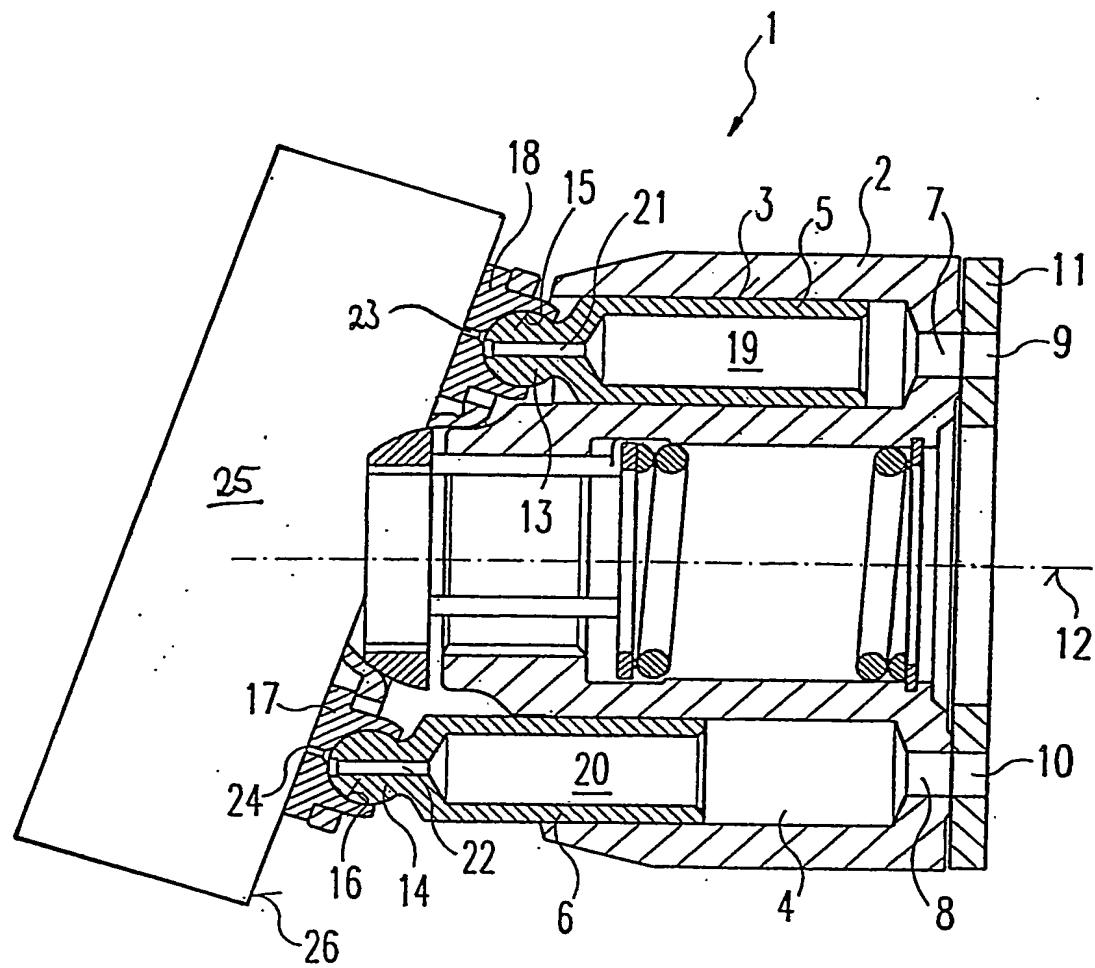
**Zusammenfassung**

5

Die Erfindung betrifft eine Kolbenmaschine mit einer drehbar gelagerten Zylindertrommel (2), in der über den Umfang verteilt mehrere Zylinderbohrungen angeordnet sind, in denen verschiebbliche Kolben angeordnet sind. Die 10 Zylinderbohrungen (3, 4) weisen an einer Seite Zylinderöffnungen (35.1, 35.2, ..., 35.9) auf, die entsprechend dem Drehwinkel der Zylindertrommel (2) zeitweilig in Verbindung mit je einer von zwei Steuernieren (9, 10) stehen, die mit jeweils einer 15 Arbeitsleitung (27, 28) verbunden sind. Zwischen den Steuernieren (9, 10) ist jeweils ein Umsteuerbereich (30, 31) ausgebildet, wobei in einen Umsteuerbereich (30, 31) ein erstes Ende (32) einer Druckausgleichsleitung (33) ausmündet. Ein zweites Ende (34) der 20 Druckausgleichsleitung (33) mündet in die auslaßseitige Arbeitsleitung (27), wobei die Länge (L) der auslaßseitigen Arbeitsleitung (27) zwischen der auslaßseitigen Steuerniere (9) und dem zweiten Ende (34) der Druckausgleichsleitung (33) so bemessen ist, daß 25 zwischen einer durch eine Hubbewegung der Kolben (5, 6) verursachte, in der auslaßseitigen Arbeitsleitung (27) fortschreitende Druckwelle und dem Drehwinkel der Zylindertrommel (2) eine definierte Phasenbeziehung besteht, die der Druckschwankung entgegenwirkt.

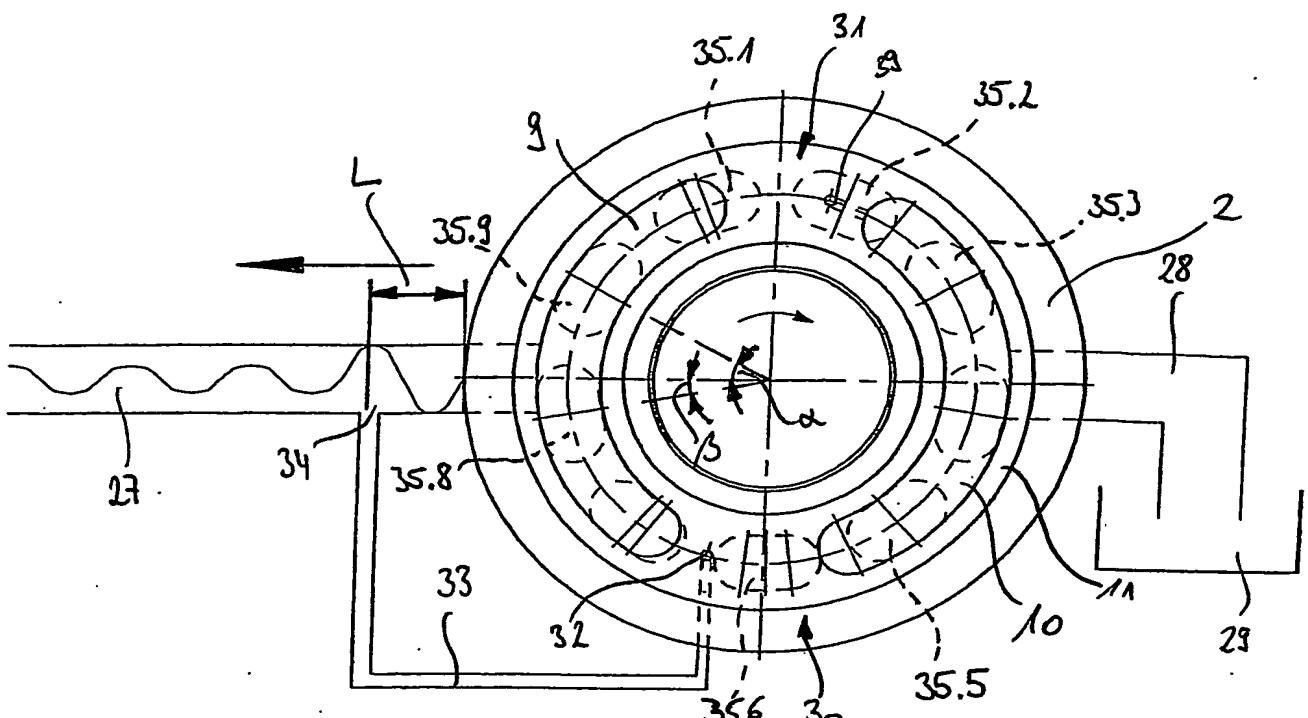
30

(Fig. 2)

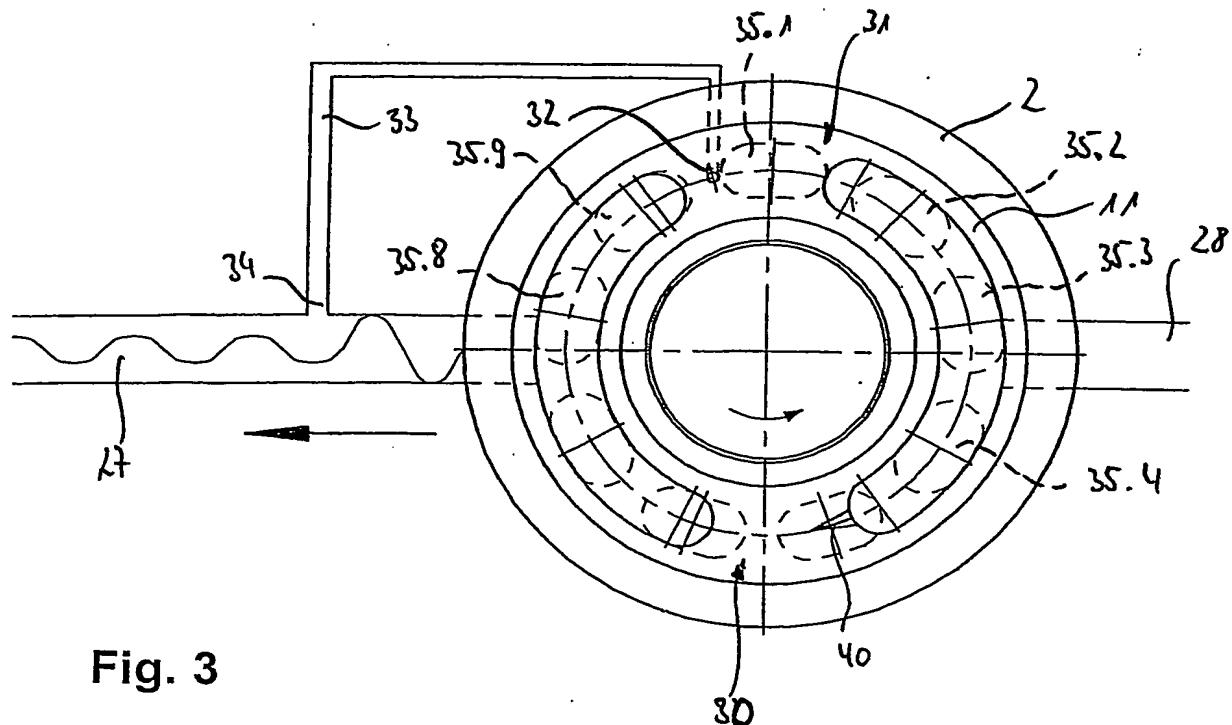


**Fig. 1**  
Stand der Technik

2/4



**Fig. 2**



**Fig. 3**

P 26628

3/4

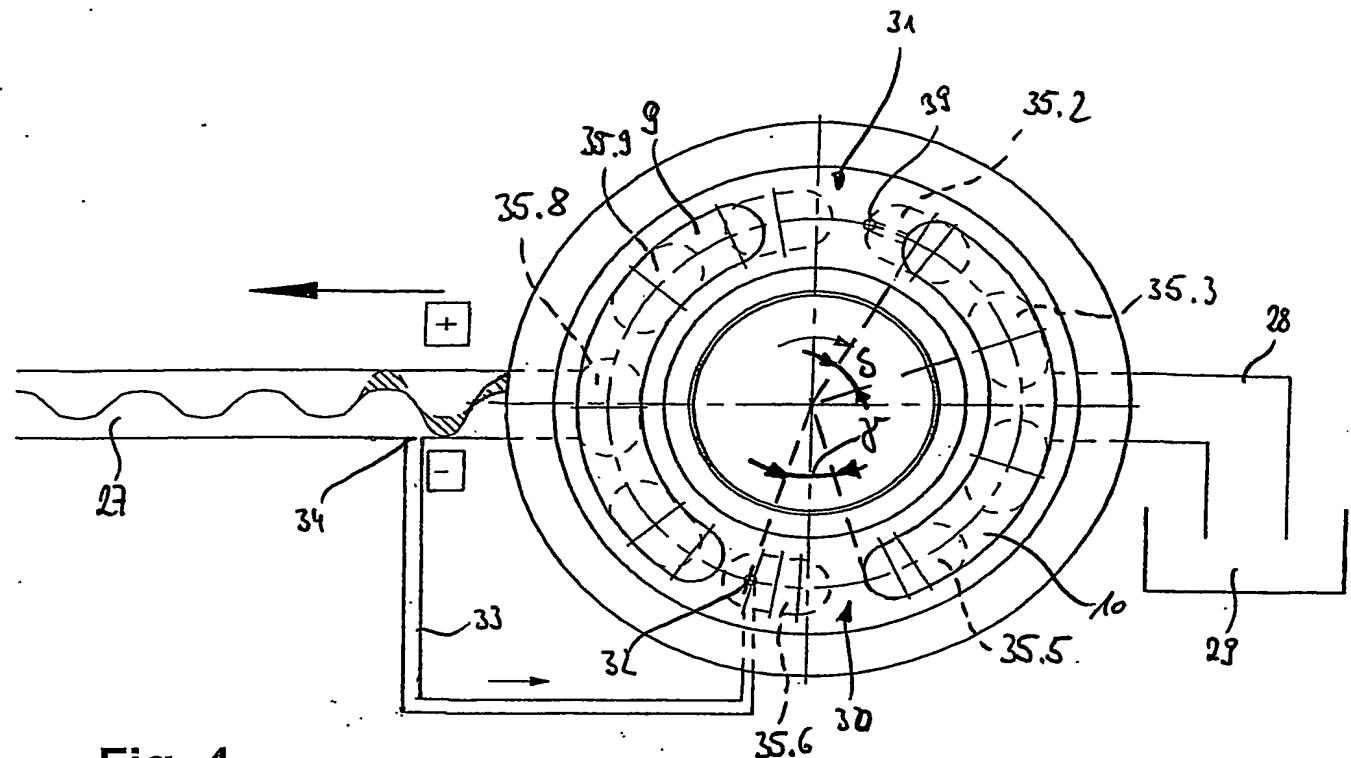


Fig. 4

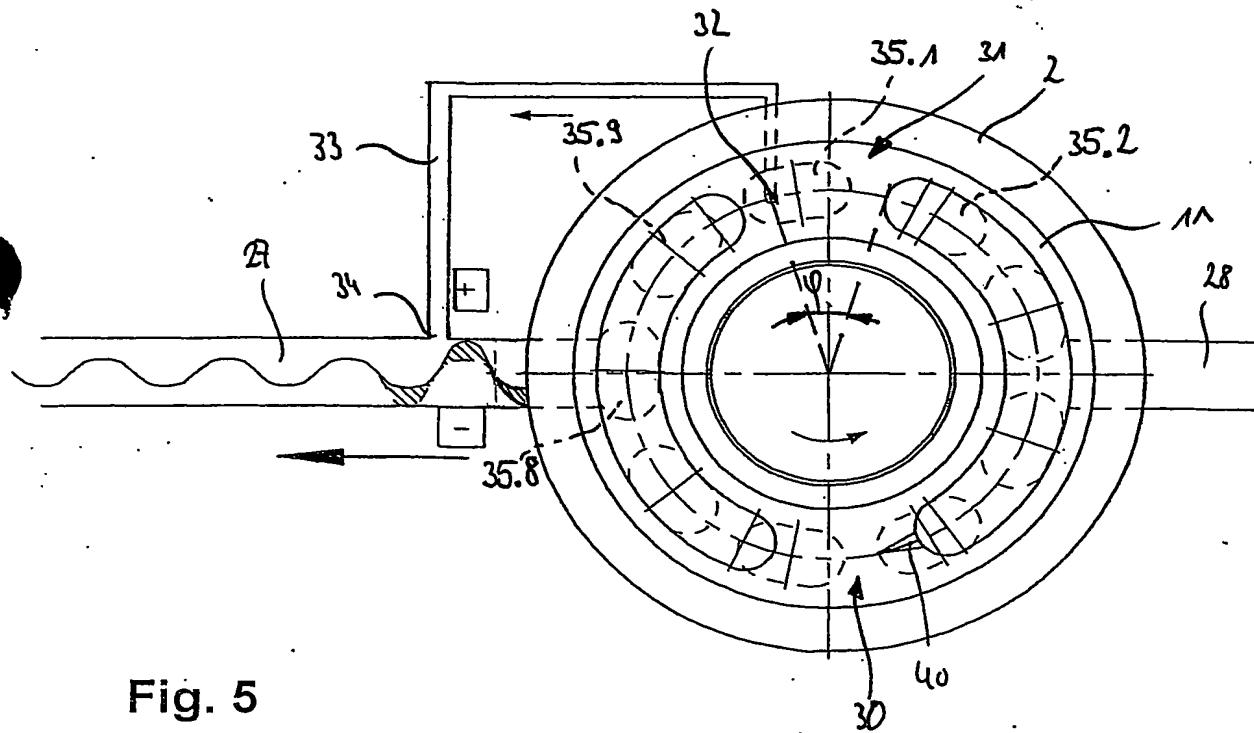


Fig. 5

P26628

4/4

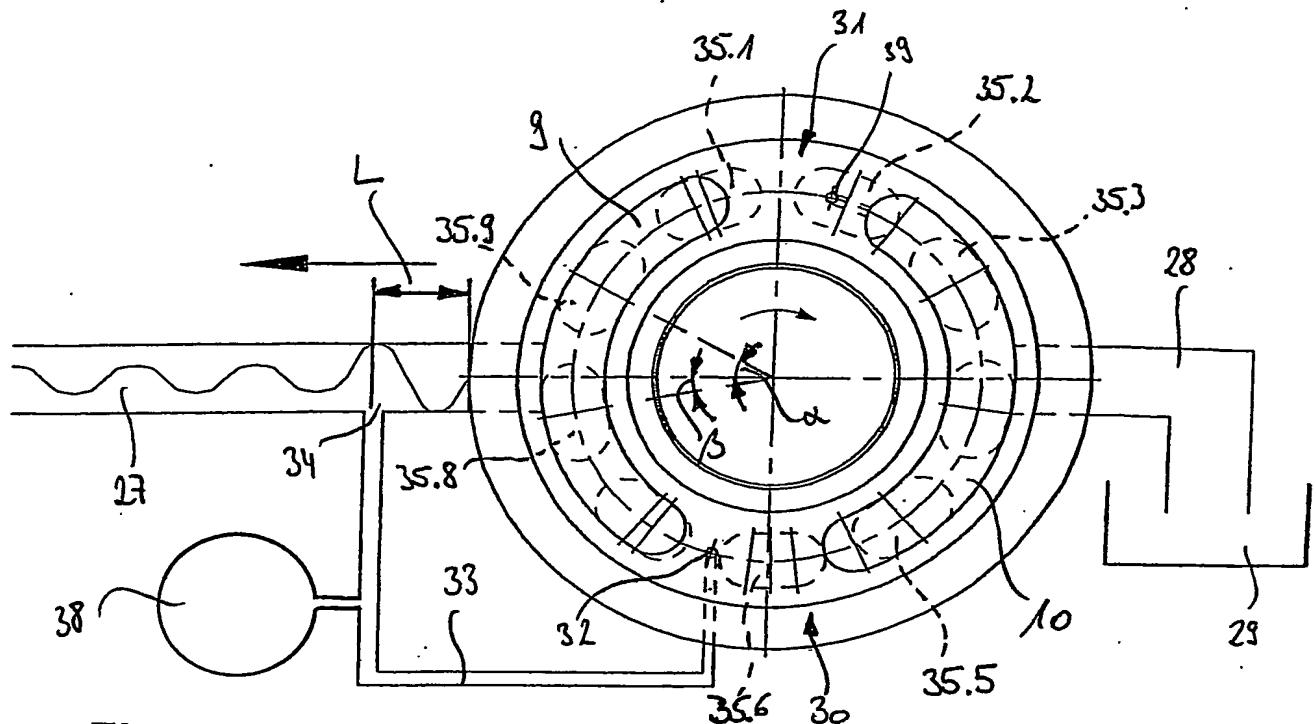


Fig. 6

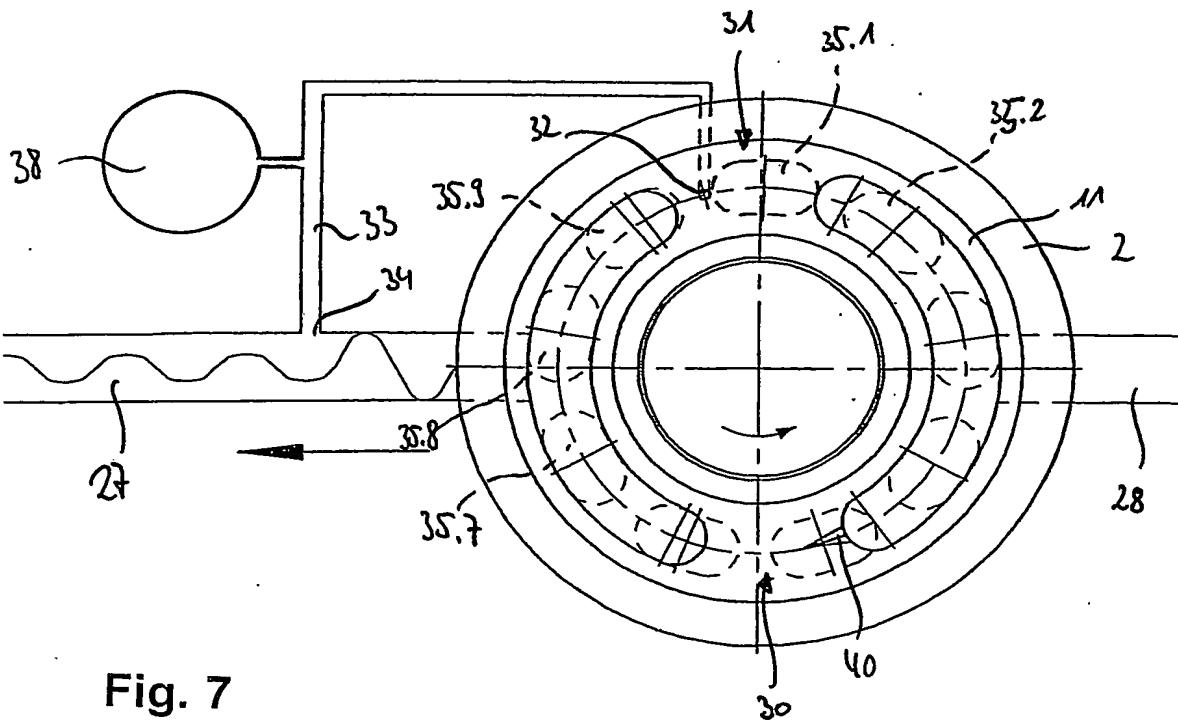


Fig. 7

P26628